Aus dem Sportmedizinischen Institut der Hansischen Universität
(Direktor: Prof. Dr. med. Knoll)

Das Fliegen, körperliche und seelische Anforderungen im Blickfeld des untersuchenden Arztes.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der
medizinischen Doktorwürde
der
Medizinischen Fakultät
der
Hansischen Universität zu Hamburg

vorgelegt von

Karl-Heinz Welge
aus Hamburg

HAMBURG 1938

H. Schlmkus, Hamburg 36, Gänsemarkt 35

Berichterstatter: Prof.Dr.med. Knoll

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
Hamburg.

Einleitung.

Die Anforderungen, die Fliegen und Flugzeugführung an den Menschen stellen, sind bei dem heutigen Stand und der weiterschreitenden Entwicklung der Flugmaschinen, besonders in der Luftwaffe, recht mannigfacher Art. Man kann sie durchaus nicht mit den gestellten Erfordernissen anderer Sportarten vergleichen; denn es kommt nicht so sehr auf die Leistungsfähigkeit der Muskulatur, als vielmehr auf ganz bestimmte körperliche und psychische Eigenschaften an. Hinzu tritt ferner das grössere Gefahrenmoment beim Versagen des Fliegers, das nicht nur für ihn selbst, sondern auch für die ihm aufgetragenen Handlungen von grösster Bedeutung und Auswirkung ist. Darum ist es begreiflich, dass die massgebenden Stellen den fliegerischen Nachwuchs mit der Militär-Flieger-Tauglichkeitsprüfung streng überprüfen.

Den Wert somatischer oder psychischer Tests bei der Prüfung erachte ich auf Grund anderer (Lit.) und eigener Erfahrung für sehr bedingt, da es bei ihrer Anwendung nicht so sehr auf die Methode, als vielmehr auf die Erfahrung des untersuchenden Arztes ankommt. Ferner fehlt praktisch-fliegerisch gesehen für manche Organfunktion noch jede Grundlage, um sie methodisch erfassen zu können.

Vorliegende Arbeit soll eine physiologische Betrachtung einiger wichtiger an den Fliegerberuf gestellten Anforderungen darstellen, um die Verwendung und Brauchbarkeit von Fliegertests zu erkennen bezw. zu verwerten.

Die vom Flieger zu fordernden Eigenschaften lassen sich in 3 Gruppen gliedern, und zwar:

1. die allgemein-körperlichen,
2. die sensorischen und
3. die psychischen Anforderungen.

Anm.: Tests sind heute in Deutschland bei der Fliegertauglichkeitsprüfung nicht mehr gebräuchlich. Bezüglich Literatur sei darauf hingewiesen, daß die neuen Arbeiten von Ranke, Gauer, Koenen sowie die Tagung für Luftfahrtmedizinische Forschung vom 22. Oktober 1937 durch Beendigung der Arbeit Anfang Oktober 1937 keine Verwendung gefunden haben.

A. Allgemein-körperliche Anforderungen.

Der Rahmen der Wehrtauglichkeitsvorschrift bestimmt ohne weiteres die zu fordernden rein-körperlichen Ansprüche, die für eine Tauglichkeit gegeben sein müssen.

In Hinsicht auf die fliegerische Betätigung wird jedoch einiges mehr gefordert.- Die Körpergrösse möge 160 cm nicht unter- und 185 cm nicht überschreiten,da sonst leicht Schwierigkeiten in der Steuerführung auftreten können. Gewandtheit und Elastizität sind wichtiger als grosse Kraft. Ein Mass an turnerischer Fertigkeit ist wünschenswert,da der Flieger seinen Körper in der Gewalt haben muss, um sich ungewohnten Lagen und Stellungen anzupassen; denn dem Turner sind Hängelagen und schneller Lagewechsel etwas durchaus Geläufiges,und er verliert dabei nicht so leicht die räumliche Orientierung, was bei sonst leistungsfähigen Sportleuten nicht immer im gleichen Masse gewährleistet ist.

Der Zustand der Luftwege ist von grosser Bedeutung,da Winddruck und Beschleunigung auf sie einwirken. In der Flugrichtung bildet sich eine Staudruckzone über den Atmungsöffnungen,die bei einer Seitenwendung des Kopfes in eine Unterdruckzone übergehen kann.Der Versuch von Aggazzotti und Galoetti zeigt,dass schon bei einer Windgeschwindigkeit von 40 km/h: Irregularität und Beschleunigung des Atem-Rhythmus' mit Ungleichheit der einzelnen Phasen und irregulärem Verlaufe der Atmungstiefe auftritt. Die Ventilationsgrösse ist erhöht,d.h. verminderte alveolare CO2-Spannung bei erhöhter O2-Spannung (Müller).

Die Zentrifugalbeschleunigung,ferner die Oberflächen-und Tiefensensibilität,die u.a. auch durch Zentrifugaldruck erregt werden,beeinflussen auf dem Reflexwege die Atmung (Fronius). Die atmosphärischen Verhältnisse wirken ebenfalls auf die Atmung ein. Schon bei einem Aufenthalt in geringen Höhen (ab 1000 m) kann die veränderte O2-Tension Veränderungen der Frequenz und des Minutenvolumens hervorrufen (Kaiser,Lange). Die Temperaturerniedrigung beim Flug in geringen Höhen,bezogen auf die Atmung,stellt einen weit wichtigeren Faktor dar,als die Herabsetzung des

02-Druckes.- Länger dauernde Kälteeinwirkungen (be - achte bei 8000 m = -36°C;Fronius) können bekanntlich eine Erhöhung des Stoffwechsels und dadurch eine Vergrösserung des Minutenvolumens der Atmung herbeiführen (Knoll eigene Versuche). Unter Berücksichtigung aller angeführten Einwirkungen kann man die Frage stellen, ob sich eine Leistungsverminderung der Atemorgane nach länger dauernden Flügen zeigt und auch nachweisen lässt. Man könnte sie erwarten,da gegen Widerstand (Vibration,Winddruck usw.) geatmet werden muss. Flack hat bei erschöpften Piloten eine Abnahme der Vitalkapazität nachgewiesen,bedingt durch Abnahme der Reserveluft der Lunge. Aus diesen Ergebnissen kann man jedoch keine Schlüsse auf eine Ermüdung der Atmung und Atmungsmuskeln ziehen. Die Kraft und Ausdauer der Atmungsmuskeln bestimmen ja keineswegs die Vitalkapazität, sondern diese hängt ausserdem von den Kreislaufverhältnissen,Atemtechnik, Zustand der nervösen Zentralorgane usw. ab. Stellt das Verhalten der Vitalkapazität schon keinen sicheren Wertmesser für eine Ermüdung der Atemorgane dar,so ist sie auch als Test nur von eingeschränkter Bedeutung.Mit Flack sei zugegeben,dass eine vermehrte Vitalkapazität im allgemeinen bei leistungsfähigen Individuen vorhanden ist; doch ist sie nur ein Mass für den Bewegungsspielraum der Atemorgane, aber keines für Ausdauer und Kraft der Atemmuskeln. Ueber diese kann nur eine Belastungsprobe eine Aussage ermöglichen.Die von Bürger angegebene Probe scheint mir zweckmässig für die Bestimmung der Fliegertauglichkeitsprüfung zu sein. Die Probe findet mit Hilfe des Röntgenschirmes statt.

Prinzip der Bürger-Probe (Pressdruckprobe):

In den Pulmonalkreislauf wird durch Steigerung des Inspirationsdrucks,der sich auf das Kapillargebiet in der Lunge auswirkt, ein Widerstand für das re.Herz eingeschaltet. Dieser Widerstand wird vom re.Herzen nach seiner Kraft und Anpassungsfähigkeit mehr oder weniger rasch überwunden. Je schneller das geschieht, um so kleiner werden die messbaren Blutdruckschwankungen in der Art.Brachialis während der Steigerung des intrapulmonalen Drucks (Pressung) sein.Das Minutenvolumen des li.Ventrikels wird,wenn die Frequenz

während der Anstrengung entsprechend ansteigt, trotz der Pressung unverändert bleiben. Wird aber die durch die Pressung gesetzte relative Kreislaufsperre im Pulmonalgebiet schlecht oder gar nicht vom re. Ventrikel überwunden, so resultiert daraus zwangsläufig eine Minderfüllung des li. Ventrikels mit secundärem Absinken des Schlagvolumens und des peripheren Blutdrucks. Ausser der Phase der Pressung wird auch die postpressorische Phase untersucht, die im allgemeinen die umgekehrten Bedingungen aufweist: das während der Pressung von der Pulmonalis zurückgestaute Blut strömt, nachdem der Widerstand aufgehoben ist, in vermehrter Menge dem li. Ventrikel zu und steigert dessen Füllung und Schlagvolumen unter Hinauftreiben des peripheren Druckes.

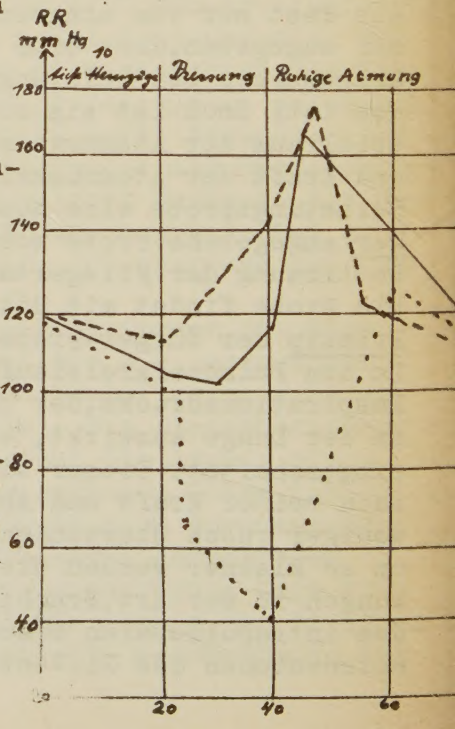
Methodik der Bürger-Probe.

Es werden im ganzen 6 Blutdruckmessungen durchgeführt:

1. bei ruhiger Atmung,
2. nach 10 tiefen Atemzügen in 20 Sekunden,
3. sofort nach Beginn der Pressung (bei 40-50 mm Hg intrapulmonalen Drucks),
4. am Ende der 20 Sek. dauernden Pressung,
5. unmittelbar nach Wiederaufnahme der Atmung,
6. nach weiteren 20 Sekunden.

Bei systematischen Untersuchungen gesunder junger Menschen unter den oben geschilderten Bedingungen zeigt der Blutdruck während und nach dem Pressen bei den verschiedenen Typen der Herzen ein ganz charakteristisches Verhalten. Auf Grund mehrerer hundert Untersuchungsergebnisse unterschied Bürger:

Typus A = normale Herzen (═══)
Typus B = asthenische Herzen (...)
Typus C = Sportherzen (---).



Eine Modifikation und Vereinfachung stellt die ausgearbeitete Methodik von Y.Knoll dar:

Man skizziert von der hinter dem Röntgenschirm in tiefer Inspiration stehenden Versuchsperson die Umrisse von Herz, Aorta und Zwerchfell. Bei der nächsten tiefen Inspiration lässt man pressen und verzeichnet die neuen Herzumrisse. Es genügt eine Pressung von 15-20 Sekunden. Hiermit ist die Probe schon beendet und die Auswertung sehr einfach. Eine Grössenabnahme von 20 und mehr % ist als pathologisch anzusprechen, ein Urteil, das auf Grund der zahlreichen Versuchsreihen erhärtet ist.

Untersuchte mit 20 und mehr % Grössenabnahme während der Pressung sind von schwerer Arbeitsbelastung, ferner anstrengendem Sport fernzuhalten.- Zur Kontrolle kann ebenfalls ein E.K.G. angefügt werden.

Verschiedene Begleitumstände des Fluges sind es, die die Tätigkeit der Kreislauforgane beeinflussen. Darunter solche, die dauernd wirken, während andere eine zeitlich begrenzte Rolle spielen. Nach ihrer Art lassen sie sich in 2 Gruppen teilen:

1. Beschleunigungen,
2. Sonstige Flugverhältnisse.

Luftströmung, psychische Erregung, schneller Höhenwechsel etc. zählen zu letzteren. Jeder dieser Faktoren beansprucht den Kreislauf (v.Diringshofen, Barcroft). Die kritisch-wertende Betrachtung der einzelnen den Kreislauf belastenden Faktoren lässt die Zentrifugalbeschleunigung (v.Diringshofen) als den wichtigsten erkennen. Die bei länger dauernder Einwirkung dieser Beschleunigung zu Tage tretenden Auswirkungen sind Ansteigen der Herzfrequenz und des Blutdrucks.

Aus letzteren Erscheinungen allein können wir jedoch auf das besondere Verhalten des peripheren Kreislaufes keine direkten Schlüsse ziehen; auch allein aus hydrostatischen Verhältnissen Blutdruckwerte in ober-und unterhalb des Herzens gelegenen Gefässabschnitten zu ermitteln bezw. auf die Durchblutung gewisser Organe in Beziehung zu setzen, ist nicht möglich (Beyne). Somit haben wohl alle im Flugzeug vorgenommenen Blutdruckmessungen, für sich betrachtet, einen geringen Wert, zumal die Messungen

meist an "Piloten" vorgenommen und die Beschleunigungswirkungen möglichst vermieden wurden und auch die Flughöhe selten die 3000 Meter-Grenze überschritten hat.

Die Ergebnisse können auf Grund der einwirkenden Temperaturschwankungen, Erschütterungen usw.nicht einwandfrei sein, und die erhaltenen Ergebnisse zeigen auch ein recht wechselseitiges Bild (v.Diringshofen,Ferry). Man fand beim Aufstieg nicht nur ein Ansteigen des Maximal- und Minimaldruckes,sondern auch eine Abnahme desselben; ferner auch eine Steigerung des maximalen bei Abnahme des minimalen. Eine Erhöhung des Pulsdruckes wurde festgestellt,die jedoch auf Grund eigener Erfahrung nicht immer feststellbar sein dürfte (s.a. Beyne). Diese Druckänderungen werden ausgelöst durch Faktoren der Gruppe 2,wie Temperatur, psychische Erregung,atmosphärische Druckschwankungen. Letztere wirken durchaus nicht gleichsinnig, wie die Messungen in der Unterdruckkammer ergeben. Das Ausmaß der Herabsetzung des O2-Druckes scheint,wenn man kritische Unterdrucke ausschliesst,nicht so wirksam zu sein,wie gerade die Druckänderung, vor allem deren Geschwindigkeit. Auf Grund angestellter Versuche kehrt der Blutdruck bei konstant gehaltener Höhe (bis 3500 m) zur Norm zurück, bezw. zeigt er entsprechende Tendenz. Irgend welche Schlüsse kann man somit aus den Befunden nicht ziehen (Schubert).

Praktisch gesehen bewirkt die Beschleunigungswirkung in Richtung Kopf --- Fuss ein Ausweichen des Blutes in die unterhalb des Herzens gelegenen Gefässgebiete, eine verminderte Hirndurchblutung ist die Folge, d.h. auf die Belastung des Herzens bezogen,dass seine Füllung vermindert wird. Die so gebildeten veränderten Widerstandsverhältnisse im arteriellen Stromgebiet zeitigen jedoch auf das Herz infolge der zeitlichen Kürze keine schädigende Rückwirkung. Allerdings für wenige Sekunden ist die Normal-Durchblutung des Herzens nicht gesichert. In der Praxis dürfte hierin das Wesen der Beschleunigungswirkungen zu suchen sein,dass also mit Arrythmien und zeitweiligen Störungen in der Erregungsleitung gerechnet werden muss (s.a. Schubert).Speziell dürften jene bei zeitlich häufigen, mit hohen Zentrifu-

galbeschleunigungen einhergehenden Manövern auftre - ten. Das Gefahrenmoment einer Dauerschädigung des Herzmuskels besteht nicht,da hierzu chronische Er - nährungsstörungen Vorbedingung sein müssten.

Armstrong erhärtet dasselbe auf Grund einer Massenuntersuchung an angestrengt tätigen Heeresflie - gern, deren Flugbetätigung keine Anzeigen irgendei - nes pathologischen Einflusses auf das Kreislaufsy - stem gezeigt hat.

Erhöhte Förderleistung wird vom Herzen nicht verlangt, somit kann man das Herz auch nicht auf Beschleunigungen, wie sie beim Fliegen vorkommen,trainieren. Die Widerstandsfähigkeit des Gefässystems (Wandungen) gegen plötzlich erhöhten Innendruck läßt sich ebenfalls nicht steigern. Der physiologische Schutz gegen Zentrifugalbeschleunigung kann darin bestehen, dass der rein mechanischen Beanspruchung rein mechanisch Widerstand geleistet wird, durch Erhöhung des intraabdominalen Druckes (Schubert). Eine Steigerung der Leistungsfähigkeit der Bauchmuskulatur stellt das eigentliche Beschleunigungstraining dar.

Ein Beschleunigungstest bei Tauglichkeitsprü - fung kann sich also weniger auf das Kreislaufsystem, als vielmehr auf die Güte der mechanischen Regulation durch intraabdominale Drucksteigerung beziehen, die ihre Charakteristik durch Registrierung der Blut - drucksteigerung erhalten kann (v.Diringshofen,Schu - bert).

B. Sensorische Anforderungen.

Besonders hoch sind die Anforderungen, die an die Leistungsfähigkeit der Sinnesorgane zu stellen sind, denn in der Fliegerei kommt ihnen die grösste praktische Bedeutung zu. Den Funktionen des Auges und Labyrinthes wurde stets besondere Aufmerksamkeit geschenkt; die Organe der Oberflächen- und Tiefensensibilität, durch deren komplexes Zusammenwirken das sog. Steuergefühl (Grote) bedingt wird, wurden meist vergessen.

Die Steuerbetätigung vollzieht sich durch die oberen und unteren Extremitäten. Die der Flugzeugsteuerung zugrundeliegenden sensiblen Erregungen sind äusseren so wie inneren Ursprungs. Die Steuerhebelbetätigung in bestimmte Stellungen und Richtungen durch die Extremitäten bewirkt eine Spannungsänderung in den Geweben und ebenfalls eine Verlagerung derselben gegeneinander. Diese bilden die inneren Reize für die in den Geweben liegenden Receptoren des Stellungs-und Bewegungssinnes. Andererseits bewirkt der Widerstand, den die Handhabung der Steuerhebel verursacht, den äusseren Reiz für die Receptoren des Druck-und Kraftsinnes. Das Steuergefühl ist somit ein Empfindungskomplex (Grote).

Die Untersuchungen von Frey zeigen, dass der Drucksinn der Haut bezüglich der Wahrnehmung der Stellung der Glieder sowohl zueinander wie zu den Steuerhebeln eine untergeordnete Rolle spielt. Für die Wahrnehmung der Stellung und Bewegung der Glieder kommen wohl die Vater-Pacini- und Golzi-Mazzoni-Körperchen in Betracht. Der Drucksinn der Haut sowie der Muskelsinn sind natürlich stets mitbeteiligt. Das feine Wahrnehmungsvermögen jedoch, die eigentliche Wahrnehmungsschärfe, muss vielleicht allein dem Drucksinn der Haut zugeschrieben werden (s.a. Frey).

Dem Kraftsinn kommt bei grossen Flugmanövern, wo die Steuerbetätigung bestimmte Kraftentfaltungen an den Hebeln nicht überschreiten darf, Bedeutung zu. Er wird wahrscheinlich durch die in der Muskulatur gelegenen Muskelspindeln vermittelt.

Das Steuergeführ oder sog. "Fliegerische Gefühl" (Grote) in einzelne Empfindungen aufzuteilen, muss als Willkürakt angesehen werden (schliesst jedoch eine isol Betrachtung vom Standpunkt der Physiologie nicht aus),

da die einzelnen Empfindungen stets gleichzeitig bestehen und miteinander verschmelzen. Aussagen über die relative flugpraktische Wertigkeit der einzelnen Sinnesqualitäten sind daher nicht in den Rahmen des Möglichen einzuordnen. Tests, die die Frage in sich verkörpern, welche Bedingungen erfüllt sein müssen, damit Bewegungen verschiedener Glieder koordiniert ausgeführt werden, gibt es m.W. nicht, da sie experimentell noch nicht in Angriff genommen sind.

Die Hauptorientierung des Fliegers ist die optische, also der Gesichtssinn. Die Untersuchung dieses Sinnes bildet somit einen wesentlichen Teil der Tauglichkeitsprüfung.

Der Sehschärfe, der feinen Wahrnehmung im ebenen Sehfelde, liegen verschiedene Leistungen zugrunde:

1. das Auflösungsvermögen,
2. Leistungen des Raumsinnes.

Kurz zusammengefasst betrachtet ist bekanntlich das Auflösungsvermögen umgekehrt proportional der Gesichtswinkelgrösse, unter welchem 2 Objekte noch getrennt gesehen werden. Der Durchschnittswert dieses Winkels beträgt für das zentrale Sehen 1 Min. = 60 Sek. Die Einheit der Sehschärfe ist somit 1/1' = 60/60"; jedoch abhängig von physikalischen, physiologischen, bei Erkennen von Buchstaben, Zeichen usw. auch von psychologischen Faktoren.

Da sich die Augen des Piloten in ständigem und schnellem Wechsel sowohl der Ferne wie Nähe anpassen müssen, ist die Akkommodationsbreite sowie die Schnelligkeit der Akkommodation von Wichtigkeit. Eine Akkommodationsbreite, die ein Minimum von höchstens 4 Di. aufweist, muss gefordert werden.

"Entfernungsschätzung" ist ebenfalls ein Haupterfordernis für Flugzeugsteuerung. Mit weitgehendster Genauigkeit und Schnelligkeit wird sie bei bestimmten Steuerungsmanövern, wie schwieriger Landung, hauptsächlich jedoch beim Geschwaderflug und vor allem bei Angriffs- und Verteidigungshandlungen verlangt, da ihr entscheidende Bedeutung für Mensch und Maschine zukommt. Das Steuermanöver bei der Landung erfolgt, physiologisch-optisch gesehen, auf Grund einer ganz bestimmten Tiefenwahrnehmung, der sog. Tie-

fensehschärfe. Sie ist bekanntlich eine Funktion des binokularen Sehaktes, ihre Voraussetzung die binokulare Parallaxe (Maximalwert 5' - 20 ', sonst Doppelbilder; Hofmann). Mit der Entfernung der beobachteten Objekte nimmt die Tiefensehschärfe rasch ab. Als Grenzwert der Parallaxe spricht Helmholtz einen Wert von 10" an (noch Wahrnehmung eines merklichen Tiefenunterschiedes); daraus ergibt sich bei guter Sicht als Grenzwert des stereoskopischen Sehens in der Praxis eine solche von 250 m.

Die Tiefenlokalisation bei der Landung wird bestimmt durch die Stereofunktion der Augen in Verbindung mit der Sehferne und Sehgrösse.

Beim praktischen Flugbetrieb, nicht nur bei Landungen, ist stereoskopisches Sehen erforderlich, jedoch bedenke man, dass auch Einäugige nicht nur flugfähig bleiben, sondern auch einwandfrei das Fliegen erlernen können. Durch die ständige parallaktische Verschiebung beim Fluge sind die Anforderungen viel geringer als beim Menschen auf der Erde. Die Bestimmung der Tiefenschärfe hat somit bei der Tauglichkeitsprüfung eine Rolle zu spielen. Die gangbarste Methode ist die stereoskopische Prüfung mit Zeiss'schen Bildertafeln.

Normaler Farbensinn ist im Fliegerberuf unbedingte Voraussetzung, da in der ganzen Welt farbige Signale Verwendung finden. Leider sind die Testmethoden, obwohl zahlreich vorhanden, von beschränkter Leistungsfähigkeit, da sie den praktischen Anforderungen zu wenig Rechnung tragen. Bei den zur Untersuchung verwendeten pseudo-chromatischen Tafeln von Stilling sowie den Punktproben ist nicht nur die Sehschärfe, sondern auch das Kombinationsvermögen des Untersuchten von ausschlaggebender Bedeutung. Bewährt hat sich das Anomaloskop. Der untersuchende Arzt muss also die Leistungsfähigkeit der verwandten Prüfmethode wie auch sein eigenes Leistungsvermögen auf diesem Gebiete berücksichtigen.

Dem Labyrinth wird von vielen Autoren hinsichtlich seiner physiologischen Funktionen bei der Flugzeugsteuerung grosse Bedeutung (?) beigemessen. Da es am Körperstellungs- und Körperhaltungsmechanismus

wesentlich beteiligt ist, bezeichnen es manche Autoren direkt als das Gleichgewichtsorgan, was es so ausschliesslich gar nicht ist.

Da das Labyrinth ein Sinnesorgan ist, vermittelt es Empfindungen der Lage (statische E.) und der Bewegung (dynamische E.). Die Wahrnehmung passiver Drehung - um solche handelt es sich in der Fliegerei - erfolgt durch das Labyrinth, indem es die fein abgestuften Drehempfindungen vermittelt.

Voraussetzung für die durch das Labyrinth ausgelösten Bewegungsempfindungen sind Beschleunigungen. Es würde den Rahmen der vorliegenden Arbeit überschreiten, auf die vielfach vermuteten physiologischen Vorgänge in den Receptor-Organen einzugehen, daher seien zum Verständnis nur einwandfreie sichere Ergebnisse mitgeteilt:

1. die Receptoren für Winkelbeschleunigung sind die Cristae ampullares (Steinhausen),
2. der Receptor für gradlinige Beschleunigung ist das Otolithenorgan (Wittmaack).

Gradlinige Beschleunigungen spielen für den Flieger eine geringe Rolle, denn das Starten und Landen erfolgt durch Abschätzen der Geschwindigkeit mittels Seh-, Gehörorgan und Druck-Kraftempfindungen, ausgelöst durch die Bedienung der Steuerhebel. Deshalb kann sich der Flieger nie allein auf Bewegungsempfindungen verlassen. Die Bedeutung des Otolithenapparates und der extralabyrinthären Receptoren beantwortet die Fliegerpraxis selbst. Wulften-Palthe's Untersuchungen an Taubstummen mit funktionsuntüchtigen Labyrinthen ergaben: " dass diese besser als Normale imstande sind, nach auf- und abwärts gerichtete positive oder negative Beschleunigungen wahrzunehmen, da sie nicht wie jene der Täuschung einer Umkehr der Bewegung bei Stillstand unterlagen". Ursache ist der Wegfall der Otolithenfunktion. In diesem besonderen Fall würde sie eher einen Nachteil darstellen. Genauer arbeitet der Drucksinn der Haut sowie der tiefer liegenden Organe (Muskelsinn).

Die verschiedenen Beschleunigungen des Flugzeuges bedingen Lageveränderungen des Körpers im

Raume. Die durch die länger beibehaltenen Neigungs - lagen auf die Sinnesorgane wirkenden Reize sind die veränderte Angriffsrichtung der Erdbeschleunigung am Körper oder die aus dieser und der zusätzlichen Be - schleunigung resultierende Massenbeschleunigung (Schubert). Die entstehenden Kraftwirkungen, hervorgerufen durch die oben erwähnten Beschleunigungen, erregen den Otolithenapparat.- Die Lageempfindungen lassen sich von seiten des Labyrinthes verändern (Grahe). Auf Grund des Unterwasserversuches von Garten spielen aber auch der Drucksinn der Haut, veränderte Spannung in den Muskeln und sensible Erregungen in den Eingeweiden eine entscheidende Rolle, da nämlich am Neigungsstuhle keine verschlechterten Einstellungen erfolgen, wenn der Kopf in abnormer Lage gehalten, an der Lageänderung überhaupt nicht teilnimmt oder ungleichmässig passiv während der Prüfung bewegt wird.

Was die Wahrnehmung der Raumorientierung in beliebigen Neigungslagen betrifft, sei gesagt, dass bei seitlicher Neigung die Wahrnehmung ohne optische Anhaltspunkte schlecht ist, ebenso liegen die Verhältnisse bei Vor- und Rückwärtsbewegung. Die Schätzung des Neigungsgrades ist gleichfalls sehr ungenau (Grahe). Die fliegerische Erfahrung fordert somit bei fehlender Sicht, da ohne das Auge ein Flugzeug bei unruhiger Luft auf die Dauer nicht in Normallage zu halten ist, das Kurven sich nicht vermeiden lässt, und da ferner die Sinnesorgane bezüglich der Raumorientierung nicht als Präzisionsinstrumente anzusprechen sind, unbedingt zuverlässige Messgeräte. Die Testversuche Gartens mit dem Neigungsstuhl hat man praktisch-fliegerisch längst abgelehnt. In der Fliegerei ist nicht geringe Wahrnehmungsschärfe für passive Lageänderungen im Raum, sondern vielmehr die Wahrnehmungsschärfe für Beschleunigungen, betreffs ihrer Richtung und Stärke, von Bedeutung.

Abschliessend sei gesagt, dass bei Tauglichkeitsprüfung bezüglich Labyrinthfunktion das Augenmerk zu richten ist auf:

Übererregbare und Unerregbare.

Bei der Prüfung der Übererregbarkeit sei gesagt, dass

entsprechend der heutigen Auffassung nicht der Vestibularapparat "übererregbar", sondern das vegetative System übererregbar ist, und zwar wird es durch einen - eben nicht übermässigen - Vestibularisreiz erregt. Erprobte Kunstflieger können bei einfacher Drehung im Drehstuhl schon Anfälle von Nausea zeigen, während sie bei ihren Kunstflügen davon nie befallen werden. Die totale Unerregbarkeit weist man am einfachsten mit der Methodik von Bauer und Herlitzka nach.

Bei der Betrachtung der verschiedenen Körper - und Sinnesorgane, die in Bezug auf ihre Beanspruchung und Leistung in der Fliegerei eine Rolle spielen, darf man das Zentralnervensystem nicht ausser Acht lassen, da es für die gesamte Organleistung verantwortlich zeichnet und auch an der Erfüllung der Funktionen, die für den Flieger von Bedeutung sind, wesentlichen Anteil hat (Müller).

Die Steuerhandhabung besteht, wie schon in vorangegangenen Abschnitten erwähnt, aus bestimmten, fein abgestuften koordinierten Bewegungen der Extremitäten, die auf Grund bestimmter Sinneseindrücke ausgeführt werden. Ist dieses Zusammenwirken anfänglich willkürlich, so vollzieht es sich später zum Teil unbewusst, reflektorisch (Spatz, Flack). Auf Grund klinisch-neurologischer Auswertungen stellt das extrapyramidale System ein nervöses Zentralorgan dar, dem hierbei eine Hauptaufgabe zufällt, womit es jedoch nicht als das "Fliegerische Zentralorgan" hingestellt werden soll, da einerseits eine Kontrolle der Sinnessphären erfolgt, andererseits in jedem Willkür-Bewegungs-Akt eine Reihe reflektorischer Komponenten enthalten sind. Auch das Kleinhirn als sensorischer Regulationsapparat zwischen zerebralen (das extrapyramidale System eingeschlossen) und peripheren Systemen, das den automatischen Ablauf der zerebral innervierten Bewegungen reguliert, ist zu berücksichtigen. Jeder Steuerausschlag ist eine Reaktion, ist die Beantwortung eines bestimmten Sinnesreizes mit einer sofortigen Bewegung bestimmter Muskelgruppen. Eine Reaktion ist auf keinen Fall eine einfache Reflexleistung, auch nicht nach langer Übung (Wirth).

C. Psychische Anforderungen.

Im Fliegerberuf ist die psychische Verfassung ausschlaggebend für die Leistungsfähigkeit des Fliegers. Daher werden die Flugzeugführeranwärter einer besonderen psychologischen Prüfung unterworfen. Diese erstreckt sich auf das Verhalten der Aufmerksamkeit, die psychische Erregbarkeit, Wahrnehmungsgeschwindigkeit und Wahrnehmungsbreite. Der Flieger muss seine Aufmerksamkeit den verschiedenen Vorgängen in der Umwelt fast gleichzeitig widmen, ebenso wie er gleichzeitig Empfindungen urteilsmässig auswerten und dementsprechend Handlungen ausführen muss; eine gewisse Norm der Breite des Bewusstseinsfeldes ist erforderlich, geistige Beweglichkeit und Intelligenz muss also vorhanden sein (Grote).

Reaktionszeitenbestimmung gehört seit langem zum Programm der psychologischen Prüfung. Ihren praktischen Wert zu ermitteln sei Aufgabe dieses Abschnittes. Zur Bestimmung der Reaktionszeit dient im allgemeinen der optische Reiz (150 - 220 msec). Die Bestimmung ist abhängig von der Reizqualität; auch individuelle Abhängigkeit kann bestehen. Lange Reaktionszeiten, mit konstanten Grössen einhergehend, weisen auf eine träge Person hin. Psycho-physische Disposition, Ermüdungsgrad usw. erzeugen schwankende Werte; daher besteht die Möglichkeit, den Ermüdungsgrad durch Bestimmen der Reaktionszeit bis zu einem gewissen Grade zu erfassen. Zu dieser Bestimmung werden bei der Eignungsprüfung meist optische Signale benutzt, wobei man nicht nur die manuellen Reaktionen, sondern auch die der unteren Extremitäten in Anwendung bringt. Eine Gesetzmässigkeit und Norm wird sich jedoch schwer ermitteln lassen. Die Grösse der reinen Reaktionszeiten als Test ist aber kein Gradmesser für die Fähigkeit der Erlernung schneller und koordinierter Bewegungen, wie sie die Steuerung eines Flugzeuges unter den verschiedensten Bedingungen verlangt. Die Aberkennung der Eignung bei Personen, die eine überlange Reaktionszeit bieten, trotzdem sie eine ausgesprochene Neigung und sonstige Veranlagung zum Fliegerberuf haben, dürfte schwer zu fällen sein und hat sehr oft zu Fehlurteilen geführt.

Wiederholte Prüfungen sind jedoch ein Wertmesser, da eine auffallende Verlängerung auf sich entwickelnde Neurosen schliessen lässt (Noltenius).

In Laienkreisen ist man geneigt, in dem Flieger den vollendeten sorglosen, flotten Draufgänger zu sehen. Jedoch diese Einstellung ist falsch. Er bedarf nämlich ebenso der Ruhe, Selbstbeherrschung und des Verantwortungsbewusstseins wie ein tüchtiger Kapitän. Sein Charakter muss Kaltblütigkeit, überlegene Ruhe, Selbstsicherheit und Pflichtgefühl, gepaart mit schneller Entschlussfähigkeit und einem nicht zu "kräftigen Schuss" Draufgängertum zeigen, bei der Luftwaffe tritt noch Begeisterungsfähigkeit und Opfermut hinzu. Leichtsinnige Piloten, auf Lobhascherei ausgehend, auf dem Flugplatz eine brillante Erscheinung darstellend, sind ungeeignet und haben auch als Flieger kein langes Leben. Zähigkeit und Opfersinn, die den Kameraden unter Einsatz seiner selbst heraushauen, bis zum guten oder bitteren Ende seinen Mann stehen lassen, sind zu fordern, denn das Leben der Kameraden und der Erfolg des fliegenden Verbandes hängt nur zu leicht von ihnen ab. Im allgemeinen stellen einfache Naturkinder mit einer gewissen Intelligenz immer das beste Menschengut dar (Grote).

Über das Alter des Fliegers wäre zu sagen, dass vom 16. - 60. Lebensjahr die Voraussetzungen psychischer und physischer Art zum Fliegen gegeben sind. Eine wichtige Aufgabe wird auch hier dem Arzt bei einer Entscheidung über Fliegertauglichkeit gestellt, da Lebensjahre und körperlich-seelische Verfassung in keiner direkten Beziehung stehen. Gerade die Luftwaffe stellt an ihre Piloten bei dem hochwertigen Material an Jagd-, Beobachtungs- und Bombenflugzeugen erhöhte Anforderungen. Die flugärztlichen Erfahrungen haben gezeigt, dass der Höhepunkt der Leistung zwischen 19 und 28 liegt, denn nur in dieser Spanne wird die Leistungsfähigkeit der Maschinen bis zum höchsten Prozentsatz ausgenutzt. Ein höheres Lebensalter bringt in seiner psychischen Entwicklung ein stärkeres Verantwortungsgefühl und damit eine gewisse Vorsicht mit sich, die für die Verteidigungsflugzeuge und Fernaufklärer das notwendige Draufgängertum schwinden lässt.

Für Kampfverbände jedoch dürfte gerade diese Einstellung gefordert werden und somit ein Alter bis 28 hierfür angezeigt sein.

Die physischen und psychischen Anforderungen sind natürlich auf den verschiedenen Gebieten der Fliegerei überaus verschieden. Beim Versuchs-und Militärflieger werden im Gegensatz zum Verkehrsflieger die höchsten Anforderungen an den Organismus gestellt. Hier ist nicht nur Übermüdung sehr häufig, sondern auch die Gefahr des körperlichen und seelischen Zusammenbruchs . Diese Gefahren sind um so grösser, je leistungsfähiger die Flugmaschinen werden. Jeder länger dauernde Flug, erzeugt sogar beim Verkehrsgast ein Ermüdungsgefühl ; ferner stellt sich im Laufe der Zeit eine Verminderung der fliegerischen Fähigkeiten ein; zur Behebung dieser dient allein Ruhe.- Neben diesen gibt es noch diejenigen, bei denen sich vornehmlich psychische Schwächen einstellen. Derartige Flieger beschleicht das Gefühl der Unsicherheit, hervorgerufen durch Unfall, Bruch - landung usw., und sie müssen sich zwingen, aufzusteigen. Solche Fälle bilden leicht den Übergang zu neurotischen Zuständen (Müller, Lange). In Zeiten der Überanstrengung, nach wiederholten Unfällen, wird der Gedanke der Lebensgefahr wach; Angst stellt sich ein. Kommt der Betreffende nicht wieder ins seelische Gleichgewicht, so wird durch Auftreten von Schlaflo - sigkeit und Reizzuständen diese Angstneurose offen - bar. Gelingt es hier dem Arzt nicht, die Gefahr frühzeitig zu erkennen und das seelische Gleichgewicht wiederherzustellen, so besteht wohl keine Aussicht,den Flieger seinem Berufe zu erhalten. Zu dieser Überwa - chung seiner Piloten, um neurotische und psychopathische Symptome aufzudecken, muss der Arzt seinen Pi - loten "persönlich" gegenüberstehen und ihr volles Vertrauen geniessen.

D. Schluss.

Zusammenfassend möchte ich am Schluss meiner Ausführungen nochmals betonen, dass also nicht Tests und Schemata für die Bestimmung einer Fliegertaug - lichkeit massgebend sein können, sondern die Bewer - tung der Gesamtpersönlichkeit. Höchst wertvoll wäre es, den Vorgeprüften zur Beurteilung seiner fliege - rischen Begabung mit in die Maschine zu nehmen, ihm den Steuerknüppel für einen Augenblick zu überlassen, und so wird man schon leicht feststellen, ob der Be- werber fliegerisches Gefühl besitzt oder nicht. Hier wird sich dem Arzt manches offenbaren,was er sonst vielleicht nicht wahrnimmt. Man vergegenwärtige sich nur das Beispiel (Seite 13 ~~unten~~ oben), wo man vielleicht brauchbare Flieger auf Grund eines Tests für untaug- lich erklärt hätte, die trotzdem gute, leistungsfä - hige Kunstflieger geworden sind (s.a. Grotes Mittei- lungen über M.v.Richthofen).

Vorbedingung für den Arzt, der die Entscheidung über die Tauglichkeit zu fällen hat,ist,dass er neu- rologisch-psychiatrisch, ergänzt durch psychologi - sche und charakterologische Kenntnisse, und vor al - len Dingen fliegerisch ausgebildet ist.Denn nur der kann ein Urteil über Fliegertauglichkeit abgeben,der selbst weiss,was Fliegen ist und welche Begleitum - stände auf den Menschen beim Fluge einwirken und sie selbst am eigenen Leibe erfahren hat. Fliegen ist für den Fliegerarzt keine Passion und kein Vergnü - gen, sondern zur Ausübung seiner Tätigkeit als Tau- glichkeitsprüfungssachverständiger unbedingtes Erfor- dernis.

Schrifttum.

1.Aggazzotti u.Galoetti :Gior.Med.mil. 67, 57.

2.Anschütz :Die Intelligenz.

3.Armstrong :J.of Aviation Med. 5. 1935.

4.Barcroft :Die Atmungsfunktion des Blutes. 1927.

5.Beyne :Arch.Méd.95 (3).1930.

6.Diringshofen,v. :Z.Hygiene 112,114.

" " :47.Kong.dtsch.Ges.inn.Med. Wiesbaden.1935.

7.Diringshofen,v.und Belonoschkin :Klin.Wochenschrift,1932.
:Z.Biologie.1935.

8.Ferry :Ann.Méd.1919.

" :L'aptitude àl'aviation. Paris.1918.

9.Flack :Der Mensch im Flugzeug,seine Eignung zum Flugdienst u.d. funktionellen Störungen,die derselbe mit sich bringen kann.
Uebers.v.G.v.Uexküll,Ersch.i. Handb.d.norm.u.path.Physiologie.Band XV/1.1930.

10.Fronius :Atmungsphysiologische Studien bei Höhenflügen,Schw.Med. Wochensch.63.Jahrg.1933.

11.Garten :Die Bedeutung unserer Sinne für die Orientierung im Luftraum.

12.Gessler :Erg.Physiol.26.1927.

" :Pflügers Archiv 207.1925.

13.Gillert :Luftfahrtforschung 1933, Band X.

14.Grahe :Handb.d.norm.u.path.Physiol.Bd. XI.1926.

15.Grote :Das fliegerische Gefühl,seine Erforschung und Bedeutung,1936.

16.Helmholtz :Handb.d.physiol.Optik.1910.

17.Herlitzka :Abderhalden's Handb.d.biolog. Arbeitsmethoden.Abt.4. Teil C 1. 1928.

18.Hofmann :Raumsinn des Auges,1920.

19.Kaiser :Ueber die Atmung des Höhenfliegers. Luftfahrtforschung 6,H.2. 1930.

20.Knoll u.Arnold :Norm.u.path.Physiol.der Leibesübungen.33.

21.Lange :Psychiatrie.1936.

22.Lottig :Welche körperl.u.psych.Eigenschaften sind Voraussetzung f.d. Fliegertauglichkeit,Sonderdruck aus d.Verh.dtsch.Ges. f.inn.Med.XLVII.Kong.Wiesbaden. 1935.

23.Müller :Hygiene.1935.

24.Noltenius :Luftfahrtforschung.1935.

25.Schnell :Luftfahrtmedizin.1935.

26.Schubert :Pflügers Arch.233 (33),222 (29), 230 (34)

" :Physiol.d.Menschen i.Flugzeug. 1935.

27.Spatz :Handb.d.norm.u.path.Physiol.Bd. X.1927.

28.Steinhausen :Verh.dtsch.zool.Ges.1934.

29.Strughold :Flugphysiol.Studien.I.u.II. Zeitsch.f.Flugtechnik u.Motorluftschiffahrt.1930.H.9.14.

30.Wirth :Handb.d.norm.u.path.Physiol. Bd.2. 1927.

31.Wittmaack :Verh.dtsch.otol.Ges.18. 1909.

32.Wollheim :Klin.Wochenschrift.1927.II.

33.Wulften-Palthe :Handb.d.Neurologie d.Ohres. Bd.3.1926.

L e b e n s l a u f.

Geboren am 1.August 1913 als Sohn des Adolf Welge in Altona. Besuch der Humboldt-Schule (Reformrealgymnasium) in Hannover. Daselbst im Jahre 1933 das Zeugnis der Reife erlangt.

Aufnahme des medizinischen Studiums an der Hansischen Universität im Sommer 1933. 1936 Eintritt in die Luftwaffe als Fahnenjunker (i.San.-Korps).

Herrn Prof. Knoll, Hamburg, Direktor des Sportmedizinischen Instituts der Hansischen Universität, danke ich herzlichst für seine freundliche Anregung und Unterstützung.